

照射ジルコニウム合金中の水素分布の原子プローブ観察

Hydrogen distribution in irradiated zirconium alloy by means of atom probe tomography

*澤部 孝史¹, 園田 健¹

¹電力中央研究所

照射ジルコニウム合金中の水素原子の分布を原子プローブ (APT) 測定結果より評価した。母相において水素化物と推定される水素原子の濃化した領域が観察された。濃化領域の大きさの違いから、最初に生成する微小な水素化物と成長した水素化物の二種類に区別できると考えられた。

キーワード: ジルコニウム合金, 燃料被覆管, 水素化物, 照射欠陥, アトムプローブトモグラフィー

1. 緒言

被覆管の外表面は炉水との接触により酸化し、この反応により発生する水素の一部が被覆管へ吸収される。高燃焼時では被覆管の水素吸収速度が増大する傾向にあり、一因として中性子照射量の増加による析出物の照射誘起固溶や照射欠陥の形成などのマイクロ組織の照射挙動による影響が考えられる。当所はこれまでに照射ジルコニウム合金中の元素分布の変化と照射欠陥の関係を APT 測定の結果から明らかにしており^[1,2]、本研究では母相中の水素原子分布を評価した。

2. 試料と実験方法

照射ジルコニウム合金は、商用 BWR で最大 15×10^{25} /m² ($E > 1$ MeV)まで照射された Fe 添加改良合金 (Fe 量 0.43 at%) と比較用のジルカロイ-2 (0.29 at%) を用いた。APT 測定データは LEAP4000X-HR により取得し、三次元アトムマップを構築した。

3. 結果と考察

水素は質量電荷比スペクトルにおいて、 H^+ , $2H^+$, ZrH^{2+} として検出され、これらを水素分布評価に用いた (図 1)。アトムマップから水素は母相中で局所的に濃化した。形状は、10-20 nm 程度の粒状と APT 測定範囲より大きい板状 (もしくはクサビ状) の二種類が確認され (図 2)、水素化物と推定される。粒状水素化物は極微小であることから、最初に母相に生成した水素化物と考えられ、板状水素化物は粒状水素化物から成長した水素化物と考えられた。

参考文献

[1] T. Sawabe, T. Sonoda, J. Nucl. Sci. Technol. in press.

[2] 澤部孝史, 園田健, 日本原子力学会 2018 年春の年会, 予稿集 3D12.

*Takashi Sawabe¹ and Takeshi Sonoda¹

¹Central Research Institute of Electric Power Industry

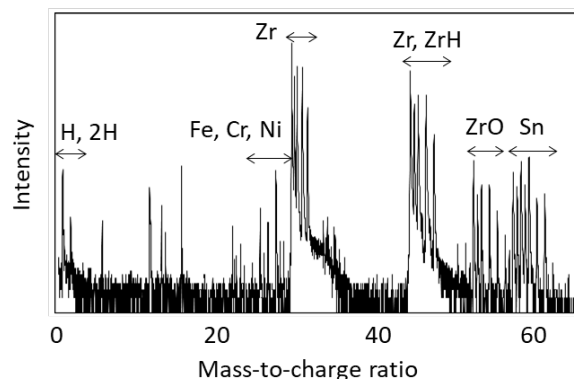


図1 照射後試料の質量電荷比スペクトル.

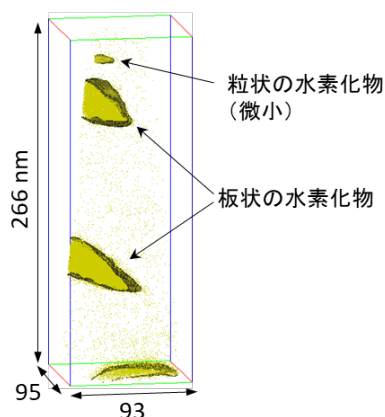


図2 照射後試料の水素原子の分布.